

**HYDROGEN PRODUCING APPARATUS****Publication number:** JP2004149394**Publication date:** 2004-05-27**Inventor:** IIZUKA KAZUYUKI**Applicant:** UCHIYA THERMOSTAT**Classification:****- international:** C01B3/08; H01M8/06; C01B3/00; H01M8/06; (IPC1-7): C01B3/08; H01M8/06**- European:****Application number:** JP20020319547 20021101**Priority number(s):** JP20020319547 20021101

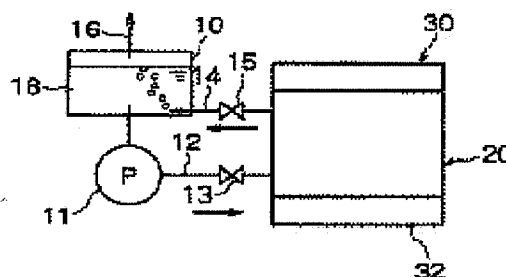
Report a data error here

**Abstract of JP2004149394**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a hydrogen producing apparatus capable of generating hydrogen without producing carbon monoxide or carbon dioxide as a by-product and capable of supplying water necessary for a fuel cell as well as hydrogen.

**SOLUTION:** The hydrogen producing apparatus comprises a tank 10 for holding water, a reaction vessel 20 containing a metal which generates hydrogen by a chemical reaction with water, a housing section for housing the reaction vessel, heating means 30, 32 disposed in contact with the housing section to heat the reaction vessel, an introduction pipe 12 for supplying water from the tank to the reaction vessel housed in the housing section, a return pipe 14 for introducing hydrogen generated in the reaction vessel and unreacted water into the tank, and a discharge pipe 16 which extends from the tank to discharge hydrogen and water in the tank, wherein the reaction vessel 20 is detachable from the housing section.

COPYRIGHT: (C)2004,JPO



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-149394

(P2004-149394A)

(43) 公開日 平成16年5月27日(2004.5.27)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>CO1B 3/08  
HO1M 8/06

FI

CO1B 3/08  
HO1M 8/06

テーマコード (参考)

5H027

審査請求 未請求 請求項の数 11 OL (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2002-319547 (P2002-319547)  
(22) 出願日 平成14年11月1日(2002.11.1)(71) 出願人 000102223  
ウチヤ・サーモスタット株式会社  
埼玉県三郷市高州2丁目176番1号  
(74) 代理人 100099623  
弁理士 奥山 尚一  
(74) 代理人 100096769  
弁理士 有原 幸一  
(74) 代理人 100107319  
弁理士 松島 鉄男  
(72) 発明者 飯塚 和幸  
埼玉県三郷市高州2丁目176番1号 ウ  
チヤ・サーモスタット株式会社内  
Fターム(参考) 5H027 AA02 DD05

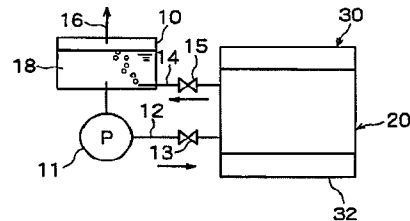
(54) 【発明の名称】 水素発生装置

(57) 【要約】

【課題】一酸化炭素や二酸化炭素を副生せずに水素を生成することができ、かつ水素とともに燃料電池が必要とする水を同時に供給することができ、水素発生装置を提供する。

【解決手段】水を収納するためのタンク10と、水との化学反応により水素を生成する金属を収納する反応容器20と、該反応容器を収納するための収納部と、該収納部に接して設けられ、前記反応容器を加熱するための加熱手段30、32と、前記タンクから前記収納部に収納された反応容器に水を供給する導入管12と、前記反応容器内で生成した水素及び未反応の水を前記タンク内に導入するための戻り管14と、該タンク内の水素及び水を排出するための前記タンクから延びる排出管16とを含んでなり、前記反応容器20が前記収納部に対して着脱可能であることを特徴とする。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

水を収納するためのタンクと、水との化学反応により水素を生成する金属を収納する反応容器と、該反応容器を収納するための収納部と、該収納部に接して設けられ、前記反応容器を加熱するための加熱手段と、前記タンクから前記収納部に収納された反応容器に水を供給する導入管と、前記反応容器内で生成した水素及び未反応の水を前記タンク内に導入するための戻り管と、該タンク内の水素及び水を排出するための前記タンクから延びる排出管とを含んでなり、前記反応容器が前記収納部に対して着脱可能であることを特徴とする水素発生装置。

## 【請求項 2】

前記金属が鉄、インジウム、スズ、マグネシウム、セリウムのいずれか 1 つ又はその酸化物であることを特徴とする請求項 1 に記載の水素発生装置。

## 【請求項 3】

前記金属が、鉄又鉄の酸化物に、チタン、ジルコニウム、バナジウム、ニオブ、クロム、モリブデン、アルミニウム、ガリウム、マグネシウム、スカンジウム、ニッケル及び銅からなる第 1 群と、ロジウム、イリジウム、プラチナ、ルテニウム、パラジウム及びオスミウムからなる第 2 群のうち、第 1 群と第 2 群とを合わせてそこから選んだ 1 種の金属又は各群からそれぞれ少なくとも一つずつ選んだ計少なくとも 2 種の金属を添加したものであることを特徴とする請求項 1 に記載の水素発生装置。

## 【請求項 4】

前記収納部には蓋部があって、該蓋部が前記収納部とヒンジ部を介して回転可能に結合していることを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の水素発生装置。

## 【請求項 5】

前記蓋部の内側にも前記加熱手段が設けられていることを特徴とする請求項 4 に記載の水素発生装置。

## 【請求項 6】

前記収納部には前記反応容器を出し入れするための開口部があって、前記収納部の断面積が該開口部側からその反対側にかけて狭くなっていることを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の水素発生装置。

## 【請求項 7】

前記収納部には前記反応容器を出し入れするための開口部があって、前記加熱手段が、前記収納部に収納された反応容器に接触又は非接触を選択できるように可動することを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の水素発生装置。

## 【請求項 8】

前記収納部が複数の反応容器を収納するように設けられており、該複数の反応容器は直列または並列に接続することを特徴とする請求項 1 ～ 7 のいずれかに記載の水素発生装置。

## 【請求項 9】

前記反応容器内には、金属を仕切るためのセパレータが設けられていることを特徴とする請求項 1 ～ 8 のいずれかに記載の水素発生装置。

## 【請求項 10】

前記反応容器内には、水及び水素は通過するが、収納されている金属は通過しないフィルタが設けられていることを特徴とする請求項 1 ～ 9 のいずれかに記載の水素発生装置。

## 【請求項 11】

前記反応容器内には、導入される水を気化するための気化部が設けられていることを特徴とする請求項 1 ～ 10 のいずれかに記載の水素発生装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、燃料電池に水素を供給するための水素発生装置に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

燃料として水素を用いる燃料電池には、部分酸化法や水蒸気改質法によってメタノール等を水素に改質し、これを燃料電池に供給するための水素発生装置が一般に併設されている。しかし、このような方法では水素とともに一酸化炭素(CO)が副生し、これが燃料電池の電極を被毒する。したがって、COを10PPm以下にまで除去する必要があるが、CO除去手段を設置すると、改質器が大型化及び高コスト化するという問題がある。また、水蒸気改質法は、非常に高い温度まで加熱する必要があり、エネルギーの消費が大きいという問題がある。一方、COやCO<sub>2</sub>を発生しない方法として、太陽熱を利用したUT-3サイクルや、特開平07-267601号公報の方法が提案されている。しかし、これらの方法は太陽熱を利用するため、大規模なシステムが必要でコストが非常に高いという問題がある。

10

## 【0003】

さらに、固体高分子型燃料電池のプロトン伝導膜として、末端をスルホン酸基で置換したフッ素系樹脂が使用されている。このようなプロトン伝導膜は水で加水する必要があるので、供給する水素をできるだけ高い湿度で供給することが望ましい。しかし、水蒸気を発生させるための加湿器を別途設けると、装置の大型化やエネルギー消費量が増加する問題がある。

一方、水素を安全に貯蔵、運搬する手段として、高圧ポンプの代わりに、水素吸蔵合金を用いる技術が多く提案されている。しかし、水素吸蔵合金に水素を吸蔵させるためには高い水素圧が必要であることや、空気及び水蒸気雰囲気では使用できないこと、非常に高価であることといった問題がある。

20

## 【0004】

## 【特許文献1】

特開平07-267601号公報

## 【0005】

## 【発明が解決しようとする課題】

そこで本発明は、上記の問題点を鑑み、一酸化炭素や二酸化炭素を副生せずに水素を生成することができ、かつ水素とともに燃料電池が必要とする水を供給することができ、水素発生装置を提供することを目的とする。

## 【0006】

## 【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するために、本発明に係る水素発生装置は、水を収納するためのタンクと、水との化学反応により水素を生成する金属を収納する反応容器と、この反応容器を収納するための収納部と、この収納部に接して設けられ、前記反応容器を加熱するための加熱手段と、前記タンクから前記収納部に収納された反応容器に水を供給する導入管と、前記反応容器内で生成した水素及び未反応の水を前記タンク内に導入するための戻り管と、このタンク内の水素及び水を排出するための前記タンクから延びる排出管とを含んでなり、前記反応容器が前記収納部に対して着脱可能であることを特徴とする。

30

## 【0007】

このように、水と金属の化学反応(酸化)により水を分解して水素を発生させるので(例えば、金属として鉄を用いた場合の反応式は、 $8Fe + 4H_2O \rightarrow Fe_3O_4 + 4H_2$ と表わせる)、燃料電池の電極を被毒する一酸化炭素(CO)は副生しない。よって、CO除去手段を設ける必要がなくなり、装置の小型化及び低コスト化を達成することができ、また、前記反応は室温から約600℃、好ましくは約100℃～約400℃で行われるので、約800℃の水蒸気改質反応に比べ、エネルギーの消費を低減することができ、さらに、反応容器からタンクへの戻り管を設けることにより、反応容器から排出される未反応の水及び発生した水素とタンク内の水とで熱交換が行われる。よって、反応容器に導入する水の加熱エネルギーを低減することができ、また、反応容器で生成した水素は、戻り管によりタンク内を通過してから排出されるので、水素とともに飽和水蒸気量の水が燃料電池に供給される。よって、加湿器などを別途設ける必要がなくなり、装置の小型化及

40

50

ひ省エネルギー化を図ることができる。

【0008】

さらに、反応容器内の金属は、前記の反応により酸化されてしまうが、この酸化された金属を還元することで（例えば、金属として鉄、還元ガスとして水素を用いた場合の反応式は、 $\text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2 \rightarrow 3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O}$ と表わせる）、再び水素の生成に利用することができる。なお、この還元反応は常圧で行うことができるので、水素吸蔵合金のような高い水素圧は不要である。したがって、このように反応容器を収納部に対して着脱可能に構成することで、酸化された金属を反応容器内に保持したまま簡易な設備で還元することができる。すなわち、酸化された金属を安全にかつ低コストで水素発生装置に再使用することができる。また、反応容器を適時に交換することで、水素発生装置で水素を長時間にわたり連続的に生成することができる。金属は反応容器内に保持されるので、反応容器のみを携帯しても安全である。さらに、収納部に接して設けられた加熱手段は、収納部に反応容器が収納されることにより、反応容器と密着する。そして、加熱手段により反応容器を加熱して反応容器内の温度を高く設定することで、水と金属の酸化反応をより速やかに行うことができる。

10

【0009】

前記金属としては、鉄（Fe）、インジウム（In）、スズ（Sn）、マグネシウム（Mg）、セリウム（Ce）のいずれか1つを用いることが好ましい。これらの金属は、水と反応して水素を発生する他の金属に比べ、水素の発生効率が高いとともに、酸化還元の繰り返しに対する耐久性に優れている。また、前記金属は純金属の状態に限られず、酸化物であってもよい。さらに、水素の発生効率を高めるために、他の金属を添加することもできる。

20

【0010】

本発明に係る水素発生装置は、一つの態様として、前記収納部に蓋部を設けることができる。この蓋部は、前記収納部とヒンジ部を介して回転可能に結合していることが好ましい。

【0011】

反応容器を収納部に対して着脱可能な構成にした場合、反応容器と加熱手段との間に隙間が生じ、反応容器の加熱効率が低くなるという問題があった。そこで、このようにヒンジ部を介して回転可能な蓋部を収納部に設けることで、収納部に収納された反応容器を、蓋部により加熱手段と密着させることができる。よって、収納した反応容器を加熱手段で効率良く加熱することができる。なお、蓋部を開いて収納部内の反応容器を加熱手段に密着させるには、収納部の蓋部に対して反対側の面に接するように、加熱手段を設けることが好ましい。

30

【0012】

また、蓋部の内側にも加熱手段を設けることができる。このような構成によれば、収納部に収納された反応容器は、蓋部を閉じることで蓋部の内側の加熱手段とも密着する。したがって、収納部に収納された反応容器を加熱手段で効率良く加熱することができる。

【0013】

また、本発明に係る水素発生装置は、他の態様として、前記収納部に反応容器を出し入れするための開口部を設けることができ、収納部の断面積はこの開口部側からその反対側にかけて狭くなっていることが好ましい。収納部の形状は、少なくとも1面が傾斜状である六面体の形状や、円錐台の形状にすることが好ましい。

40

【0014】

このように、収納部に反応容器を出し入れするための開口部を設け、かつ収納部の断面積をこの開口部側からその反対側にかけて次第に狭くすることで、同様な傾斜を有する形状の反応容器を挿入して、反応容器と加熱手段とを密着させることができる。なお、加熱手段は、この収納部の傾斜面に接するように設けることが好ましい。

【0015】

さらに、本発明に係る水素発生装置は、他の態様として、前記収納部に反応容器を出し入れするための開口部を設けることができ、前記加熱手段は、収納部に収納された反応容器

50

との接触又は非接触を選択できるように可動することが好ましい。

【0016】

このように、収納部に反応容器を出し入れするための開口部を設け、かつ加熱手段を、収納部に収納された反応容器と接触又は非接触を選択できるように可動に設けることで、加熱手段を収納部に収納した反応容器に密着させることができる。加熱手段を水素発生装置本体に対して可動に結合させるための部材としては、コイル状、板状、線状などのパネや、ゴムなどの弾性体を使用することができる。

【0017】

前記収納部は、複数の反応容器を収納するように設けることができ、この複数の反応容器は、直列または並列に接続することができる。このように、反応容器を複数使用することで、水素の生成量を増加させたり、単位時間当たりの水素生成量、すなわち水素生成速度を増加させることができる。これは、水素発生装置の用途に応じて、反応容器の接続方式を選択することができる。

10

【0018】

前記反応容器内には、金属を仕切するためのセパレータを設けることが好ましい。このようなセパレータを反応容器内に設けることで、反応容器内に導入される水の流路が延長され、水と金属の反応効率を向上することができる。

【0019】

また、前記反応容器内には、水及び水素は通過するが、収納されている金属は通過しないフィルタを設けることが好ましい。このようなフィルタを反応容器内に設けることで、反応容器内の金属の飛散を防止することができる。なお、フィルタは、導入管や戻り管の管口の直前に設けることが好ましい。

20

【0020】

さらに、前記反応容器内には、導入される水を気化するための気化部を設けることができる。このような気化部を設けることで、反応容器内に導入された水を即時に水蒸気化して、金属に効率良く分散させることができる。なお、気化部は、反応容器内の他、水素発生装置本体内の導入管の途中に設けることもできる。

【0021】

【発明の実施の形態】

以下に、添付図面を参照して、本発明の実施の形態を説明する。

30

図1は、本発明に係る水素発生装置の概要を示す模式図である。図1に示すように、水素発生装置は、水を収納するためのタンク10と、水と反応して水素を生成する金属を収納する反応容器20と、反応容器20に接して設けられ、反応容器20を加熱するための加熱手段80及び82と、タンク10内の水18を反応容器20に導入するための導入管12と、反応容器20内で生成した水素と未反応の水（水蒸気）をタンク10に導入するための戻り管14と、タンク10内の水素を飽和水蒸気量の水とともに燃料電池（図示省略）に供給するための排出管16とによって主に構成されている。また、導入管12には、ポンプ11とバルブ13が設けられており、戻り管14にはバルブ15が設けられている。なお、反応容器20は、加熱手段80、82、導入管12及び戻り管14から着脱可能に構成されている。すなわち、反応容器20以外の上記構成は、水素発生装置本体に設けられているものである。

40

【0022】

反応容器20には、水と反応して水素を発生することができる金属が収納されている。このような金属として、水素の高い発生効率と酸化還元の一連の繰り返しに対する優れた耐久性の観点から、鉄(Fe)、インジウム(In)、スズ(Sn)、マグネシウム(Mg)、セリウム(Ce)のいずれか1つを用いることが好ましく、この中でもFeがより好ましい。また、これら金属は純金属の状態に限られず、例えば、FeO等の低原子価金属酸化物であってもよい。金属又は低原子価金属酸化物は、粉末状、ペレット状、円筒状、八ヒューム構造、不織布形状などの反応に適した形状を選択して、反応容器20内に収納することが好ましい。また、上記純金属又は金属酸化物は、アルミナ、酸化亜鉛、マグネシア、シ

50

リカ、チタニアのいずれかの担体に担持させることもできる（ここに引用すること本明細書の一部をなすものとする特願2000-181261号に記載の金属酸化物を、本発明に係る金属の酸化物として使用することができる）。

#### 【0028】

Fe又はFeの低原子価金属酸化物を用いる場合、水素の発生効率を高めるために、Fe以外の金属を添加することが好ましい。添加する金属としては、チタン（Ti）、ジルコニウム（Zr）、バナジウム（V）、ニオブ（Nb）、クロム（Cr）、モリブデン（Mo）、アルミニウム（Al）、ガリウム（Ga）、マグネシウム（Mg）、スカンジウム（Sc）、ニッケル（Ni）及び銅（Cu）からなる第1群から選んだいずれか1種の金属、又はロジウム（Rh）、イリジウム（Ir）、プラチナ（Pt）、ルテニウム（Ru）、パラジウム（Pd）及びオスミウム（Os）からなる第2群から選んだいずれか1種の金属を添加することが好ましい。この中でも第1群としてはMo、Alが、第2群としてはRh、Ir、Ruがより好ましい。また、2種類以上を選んでもよい。特に、第1群と第2群からそれぞれ少なくとも1つつ選んだ計少なくとも2種の金属を添加することが好ましい。添加する金属の配合割合は、全金属を100mol%とした場合、0.1～30mol%が好ましく、0.5～15mol%がより好ましい。0.1mol%未満の配合割合では、水素の発生効率を向上する効果が認められない。一方、30mol%を超えると、Feの酸化還元反応の効率が低下するので好ましくない。Feと添加する金属との調製方法は、物理混合法、含浸法、共沈法等により行い、特に共沈法が好ましい（ここに引用すること本明細書の一部をなすものとする特願2001-102845号及び特願2002-185568号に記載の金属を、本発明に係る鉄又は鉄の酸化物に添加することができる）。

#### 【0024】

加熱手段80及び82としては、抵抗加熱によるヒータや、正特性サーミスタ（PTCヒータ）、化学反応の酸化熱を利用する加熱器、触媒燃焼による加熱器、誘導加熱による加熱器などを用いることができる。また、加熱手段80及び82は、反応容器20との密着性を高めるために、反応容器20に接する面を伝熱性の高い弾性体で覆うこともできる。このような弾性体としては、シリコンラバーなどが好ましい。加熱手段80及び82自体をシリコンラバーヒータにすることもできる。

#### 【0025】

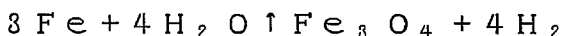
さらに、反応容器20と加熱手段80及び82との間には、熱を均一に伝えるために、伝熱板または放熱板を設けることもできる。このような伝熱板または放熱板としては、銅や、アルミニウム、ステンレスなどの素材のものを使用することができる。反応容器20及び加熱手段80、82が高温となる場合は、水素発生装置本体を断熱材で覆うことが好ましい。断熱材としては、ガラス繊維、シリカ繊維、シリカ粉末成形体などを使用することができる。

#### 【0026】

タンク10及び反応容器20は、ステンレススチールやアルミニウム等の金属、アルミナやジルコニア等のセラミックス、又はフェノール樹脂やポリフェニレンサルファイド等の耐熱性プラスチック等で作られており、熱や内外圧力に耐え得る構造をとっている。

#### 【0027】

このような構成によれば、まず、水素発生装置の運転を開始するため、反応容器20を加熱手段80及び82の間に装着する。次に、加熱手段80及び82を起動し、反応容器20を約100℃～約400℃に加熱する。そして、バルブ18を開き、ポンプ11を起動することで、タンク10内の水18が導入管12を通過して反応容器20内に供給される。反応容器20内では水18が加熱されて水蒸気となり、水蒸気と金属の化学反応により水蒸気が分解されて水素が発生する。金属として、Feを用いた場合の反応式を以下に示す。



#### 【0028】

10

20

30

40

50

また、金属から金属酸化物への酸化反応に限られず、低原子価金属酸化物から高原子価金属酸化物への酸化反応によっても水素を生成することができる。金属として、低原子価金属酸化物である $\text{FeO}$ を用いた場合の反応式を以下に示す。



【0029】

反応容器20内で生成した水素は、未反応の水蒸気とともに戻り管14を通過して、タンク10内に戻される。この水素と水蒸気は、加熱手段30及び32により高温状態となっているため、タンク10内の水18と混合することによって、熱交換が行われる。すなわち、タンク10内の水18の温度は上昇する。昇温した水18は導入管12を通過して再び反応容器20に供給されるので、加熱手段30及び32で水を蒸発させるエネルギーを低減することができる。なお、水と金属の化学反応が発熱反応（例えば、上記の $\text{Fe}$ 又は $\text{FeO}$ の酸化反応の場合など）である場合、この反応熱もタンク10内に戻される水素と水蒸気を介してタンク10内の水18を加熱するので、更なる省エネルギー化を図ることができる。

【0030】

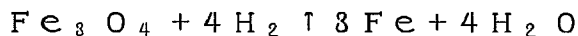
タンク10内の水素は、排出管16を介して燃料電池（図示省略）に供給される。このとき水素は、飽和水蒸気量の水を含有しているので、燃料電池が必要とする水を水素と同時に供給することができる。したがって、加湿器等を別途設ける必要がなくなり、装置の小型化及びエネルギー消費の低減を図ることができる。

【0031】

反応容器20内の金属が酸化され、水素の発生効率が低下した場合、まず、ポンプ11と加熱手段30及び32を停止するとともにバルブ13及び15を閉じて、水素発生装置の運転を止める。次に、反応容器20を加熱手段30及び32の間から取り出す。そして、新たな金属が充填された反応容器20を加熱手段30及び32の間に装着して、再び水素発生装置の運転を開始する。このように、反応容器20を交換することで、水素発生装置で水素の生成を続けることができる。

【0032】

使用済みの反応容器20は、還元ガスを反応容器20内に供給して、容器内の酸化した金属を還元する。還元ガスとしては、酸化された金属を還元できるものであれば特に限定されないが、例えば、水素などを使用することができる。なお、還元反応は、約200℃～約600℃で行うことが還元効率の観点から好ましい。金属に $\text{Fe}$ を用い、還元ガスに水素を用いた場合の反応式を以下に示す。



【0033】

この際、 $\text{Fe}_3\text{O}_4$ は必ずしも $\text{Fe}$ まで還元しなくてもよく、以下に示すように、低原子価金属酸化物である $\text{FeO}$ で還元反応を停止することもできる。なお、金属として、 $\text{In}$ 、 $\text{Sn}$ 、 $\text{Mg}$ 、 $\text{Ce}$ を用いた場合も、同様に低原子価金属酸化物まで還元することができる。



【0034】

金属の還元を終えた反応容器20は、加熱手段30及び32の間に装着し、水素発生装置の運転を開始することで、再び水素を生成することができる。このようにして、反応容器20をリサイクルすることが可能である。また、金属は反応容器20内に保持されるため、取り扱いも安全である。さらに、上記の還元反応は常圧で行うことができるので、水素吸蔵合金のような高い水素圧は不要である。よって、低コストで反応容器20を再利用することができる。なお、タンク10内の水18は水素の生成によって減少するので、水18が不足してきた場合は、タンク10に設けられた給水口（図示省略）から水18を供給する。

【0035】

（反応容器を着脱するための構造）



本発明に係る水素発生装置の反応容器を着脱するための構造について、より詳細に説明する。図2は本発明に係る水素発生装置の一実施の形態を示す模式図であって、(a)はその斜視図、(b)は(a)の蓋部が開いた状態を示す斜視図、(c)は(a)のA-A線での断面図である。図2に示すように、水素発生装置は、水素発生装置本体100と反応容器200によって構成されている。水素発生装置本体100は、本体100とヒンジ部(図示省略)を介して回転可能に結合している蓋部300が設けられている。ヒンジ部は、蓋の開閉を可能にする器具であれば、特に限定されるものではなく、例えば、平蝶番やスライド蝶番などの蝶番類を使用することができ、また、蓋部300を開いた状態に保持するために、キャッチクリップ、バチン錠など、蓋の固定を可能にする器具を使用することができ、

10

#### 【0036】

蓋部300の内側には加熱手段301が設けられている。また、蓋部300に対応する底部320の内側にも加熱手段321が設けられており、この2つの加熱手段301及び321の間が、反応容器200を収納する収納部となっている。すなわち、蓋部300を開いた場合、加熱手段301及び321の表面がそれぞれ反応容器200に接触するように、収納部が構成されている。

#### 【0037】

反応容器200は直方体の形状を有しており、加熱手段に接触する面が一番広い面積を有している。また、反応容器200の一面には、水素発生装置本体100内の導入管122と戻り管142とにそれぞれ接続する導入プラグ120と戻りプラグ140とを有している。これらの管とプラグは、接続すると水や水素などを通水し、離脱すると水や水素が漏洩するのを防止するように構成されており、例えば、カフラー式接続などを採用することができ、なお、導入管122は、水素発生装置本体100内のタンク(図示省略)と、ポンプ(図示省略)を介して接続されており、また、戻り管142も同一のタンクに接続されている。また、このタンクは水素と水を燃料電池(図示省略)に供給するための排出管(図示省略)を備えている。

20

#### 【0038】

このような構成によれば、まず、蓋部300を開き、反応容器200の導入プラグ120と戻りプラグ140を、発生装置本体100の導入管122と戻り管142にそれぞれ装着して、反応容器200を発生装置本体100内の収納部に収納する。次に、蓋部300を閉じると、収納部に収納された反応容器200は蓋部300の加熱手段301に押されて、蓋部300の加熱手段301と底部321の加熱手段321との間で、これらに密着して保持される。したがって、反応容器200を加熱手段301及び321によって効率良く加熱することができ、一方、反応容器200を水素発生装置本体100から取り出す場合、蓋部300を開いて、反応容器200を収納部から容易に外すことができる。

30

#### 【0039】

図3は、本発明に係る水素発生装置の他の実施の形態を示す模式図であって、(a)はその斜視図、(b)は(a)の反応容器と加熱手段の断面図である。なお、図2と同様な構成については、同一の符号を付し、その説明を省略する。図3に示すように、水素発生装置は、水素発生装置本体340と反応容器202によって構成されている。水素発生装置本体340は、本体内に反応容器202を出し入れするための開口部342を有している。水素発生装置本体340内には、2つの加熱手段302及び322が設けられている。この2つの加熱手段302及び322の間が、反応容器202を収納するための収納部となっている。一方の加熱手段302の表面は、開口部342側から奥側に向かって、収納部の断面積が次第に狭くなるように傾斜している。他方の加熱手段322の表面は、水平状である。反応容器202は、直方体の一面が加熱手段302と同様の傾斜で切り取られたテーパ状となっている六面体の形状を有している。

40

#### 【0040】

このような構成によれば、反応容器200を、開口部342から水素発生装置本体340内の収納部に挿入させる。加熱手段302及び反応容器202は、対応する傾斜を有して

50

いるので、相互が密着するまで挿入させて、反応容器 202 を水素発生装置本体 340 に装着させることができる。これにより、図 2 と同様に、反応容器 202 と加熱手段 302 及び 322 とを密着させることができる。なお、反応容器 202 を加熱手段 302 及び 322 に確実に保持するため、開口部 342 に蓋（図示省略）を設けてもよいし、ピンなどのロック機構（図示省略）を設けてもよい。

#### 【0041】

また、図 4 に示すように、2つの加熱手段 303 及び 323 の両方の面を、開口部 342 側から奥側に向かって、収納部の断面積が次第に狭くなるように傾斜させることもできる。そして、これらの加熱手段 303 及び 323 に接触する両面を同様の傾斜で切り取ったテーパ状の六面体形状の反応容器 203 を挿入することで、加熱手段 303 及び 323 と反応容器 203 とを密着させることができる。さらに、図 5 に示すように、円錐台をくり抜いた形状の加熱手段 304 を採用することもできる。そして、この傾斜に対応する円錐台の形状の反応容器 204 を挿入することで、加熱手段 304 と反応容器 204 とを密着させることができる。

#### 【0042】

また、図 6 に示すように、一方の加熱手段 305 を水素発生装置本体 340 とパネ 344 を介して結合させることができる。加熱手段 305 にはテーパ面を有する突起部 348 が設けられている。また、この突起部 348 のテーパ面と同様の傾斜を有するテーパ面を有し、このテーパ面が突起部 348 のテーパ面上を摺動する可動スイッチ部 346 が、水素発生装置本体 340 に設けられている。水素発生装置本体 340 内の 2つの加熱手段 305 及び 325 の表面は、平行に設けられている。また、反応容器 205 は直方体の形状を有している。

#### 【0043】

このような構成によれば、まず、反応容器 205 を開口部 342 から加熱手段 305 及び 325 の間の収納部に挿入する。そして、可動スイッチ部 346 を、テーパ面によって突起部 348 を押し下げる方向（図 6 では左側）に移動させて、加熱手段 305 を反応容器 205 に密着させて保持する。このようにして、反応容器 205 を加熱手段 305 及び 325 に密着させることができる。また、反応容器 205 を取り出す場合は、可動スイッチ部 346 を上記と反対方向（図 6 では右側）に移動させる。これにより、加熱手段 305 はパネ 344 により引き上げられ、反応容器 205 から離れる。したがって、反応容器 205 を水素発生装置本体 340 から抜き出すことができる。

#### 【0044】

##### （反応容器の構造）

本発明に係る水素発生装置の反応容器について、より詳細に説明する。図 7 は本発明に係る反応容器の一実施の形態を示す斜視図である。反応容器は、図 7 (a) に示すように直方体 211 であっても、図 7 (b) に示すように円筒形状 212 であってもよい。また、導入フラグ 120 と戻りフラグ 140 は、同一面上に設けず、図 7 (c) に示すように反対側の面や、図 7 (d) に示すように側面に設けることもできる。さらに、これらフラグは一本ずつに限られず、図 7 (e) に示すように導入フラグ 120 と戻りフラグ 140 を 2 本ずつ設けることもできる。

#### 【0045】

また、水素発生装置本体内に収納する反応容器は、1つに限られず、複数の反応容器を収納させることもできる。例えば、図 8 (a) に示すように、2つの反応容器 213 を分岐した導入フラグ 120 c 及び戻りフラグ 140 c で並列に接続させてもよい。これにより、複数の反応容器 213 にそれぞれ水を導入して、水素を生成することができる。また、図 8 (b) に示すように、2つの反応容器 213 を結合フラグ 130 で直列に接続させてもよい。これにより、最初の反応容器 213 a で金属と反応しきれなかった水が、後段の反応容器 213 b で金属と反応して水素を生成することができる。このように、複数の反応容器を並列又は直列に接続することで、水素の生成量を増加させたり、単位時間当たりの水素生成量、すなわち水素生成速度を増加させることができる。これらの反応容器の接

続方式は、水素発生装置の用途に応じて選択することができる。

【0046】

図9～図11は、本発明に係る反応容器の内部構造の一実施の形態を簡略的に示す断面図である。図9(a)に示すように、反応容器221の一面に導入プラグ120と戻りプラグ140とが設けられている。反応容器221内は、導入プラグ120の設置されている層と、戻りプラグ140の設置されている層との2層になるように、セパレータ232によって仕切られている。各層には金属が充填されている。セパレータ232には、プラグの設置位置から離れた位置に、水が通過可能なガス通過孔234が設けられている。

【0047】

このような構成によれば、導入プラグ120から導入された水は、セパレータ232の左側の層で水蒸気となり、金属と反応して水素を生成する。そして、水素と未反応の水蒸気は、通過孔234を通過してセパレータ232の右側の層へ移動する。そして、未反応の水蒸気は、さらに金属と反応して水素を生成する。生成された水素と未反応の水蒸気は、戻りプラグ140から排出される。このように、導入プラグ120と戻りプラグ140との間にセパレータ232を設け、セパレータ232のプラグから離れた位置に通過孔234を設けることで、反応容器221内に導入された水蒸気を、反応容器221内の金属と十分に反応させることができ、反応効率を向上させることが可能となる。

【0048】

また、図9(b)に示すように、導入プラグ122が設置された面の反対側の面付近まで、導入プラグ122を延長させることもできる。このような構成によっても、導入プラグ122により導入された水を、反応容器222内の金属と十分に反応させることができる。なお、図9(c)に示すように戻りプラグ142を延長させる構成にすることも、同様の効果を得ることができる。また、反応容器224から金属が飛散するのを防止するため、図9(d)に示すように、導入プラグ120及び戻りプラグ140の管口付近に、水及び水素を通過させるが、金属を通過させないフィルタ236をそれぞれ設けることもできる。

【0049】

一方、図10(e)に示すように、導入プラグ120と戻りプラグ140とを相対する面に設けることも、導入された水と反応容器内の金属とを十分に反応させることができる。さらに、図10(f)及び図10(g)に示すように、一端が容器内の内壁に接したセパレータ232を交互に複数設けることもできる。このような構成によれば、水の流路が更に延長されるので、より反応効率を向上させることができる。また、反応容器228から金属が飛散するのを防止するため、図10(h)に示すように、戻りプラグ140の管口付近にフィルタ236を設けることができる。反応容器228は、水を導入する圧力がかかるため、戻りプラグ140側のみにフィルタ236を設けることで、実質的に金属の飛散を防止することが可能である。

【0050】

さらに、図11(i)に示すように、反応容器229内の導入プラグ120の管口付近に、気化部238を設けることができる。気化部238は、フィルタ236により、金属の充填されている層と区分されている。気化部238には、導入された水を効率良く気化及び分散するため、セラミックボールや、ガラスウール、シリカウールなどが充填されている。このような気化部238を設けることで、反応容器229内に導入された水のほぼ全量をすぐに水蒸気化することができる。一旦、水蒸気化させた後に金属と反応させることで、反応効率をさらに向上させることができる。

【0051】

(その他の実施の形態)

本発明に係る水素発生装置を、図1に示す実施の形態を用いて説明したが、本発明はこの実施の形態に限られるものではなく、本発明の技術的思想の範囲内における修飾・変更・付加は全て本発明に含まれる。例えば、水素発生装置本体は、上記構成の他、必要により、タンク10を加熱するための温度調整手段、水18を反応容器20に供給する前に水蒸

10

20

30

40

50

気化するための気化手段、反応容器に還元ガスを導入するための還元ガス供給管、還元ガス供給管と戻り管との間で熱交換を行うための熱交換器、還元ガス供給管とタンクと間で熱交換を行うための熱交換器などを設けることができる（ここに引用すること本明細書の一部をなすものとする特願2002-227088号に記載の水素発生装置の構成は、本発明に係る水素発生装置本体に用いることができる）。

【0052】

【発明の効果】

上記したところから明らかなように、本発明によれば、一酸化炭素や二酸化炭素を副生せずに水素を生成することができ、かつ水素とともに燃料電池が必要とする水を同時に供給することができる水素発生装置を提供することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る水素発生装置の概要を示す模式図である。

【図2】本発明に係る水素発生装置の一実施の形態を示す模式図であって、(a)は蓋部が閉じた状態を示す斜視図、(b)は(a)の蓋部が開いた状態を示す斜視図、(c)は(a)のA-A線での断面図である。

【図3】本発明に係る水素発生装置の他の実施の形態を示す模式図であって、(a)はその斜視図、(b)は反応容器と加熱手段の断面図である。

【図4】本発明に係る水素発生装置の他の実施の形態を示す模式図であって、(a)は反応容器の斜視図、(b)はその反応容器と加熱手段の断面図である。

【図5】本発明に係る水素発生装置の他の実施の形態を示す模式図であって、(a)は反応容器の斜視図、(b)はその反応容器と加熱手段の断面図である。

20

【図6】本発明に係る水素発生装置の他の実施の形態を示す模式図であって、反応容器と可動式の加熱手段を示す断面図である。

【図7】本発明に係る反応容器の一実施の形態を示す概略的な斜視図である。

【図8】本発明に係る反応容器の接続方式の一実施の形態を示す概略的な斜視図である。

【図9】本発明に係る反応容器の内部構造の一実施の形態を示す概略的な断面図である。

【図10】本発明に係る反応容器の内部構造の一実施の形態を示す概略的な断面図である。

【図11】本発明に係る反応容器の内部構造の一実施の形態を示す概略的な断面図である。

30

【符号の説明】

- 10 タンク
- 11 ポンプ
- 12 導入管
- 14 戻り管
- 13、15 バルブ
- 16 排出管
- 18 水
- 20 反応容器
- 30、32 加熱手段
- 100 水素発生装置本体
- 120 導入フラグ
- 122 導入管
- 130 結合フラグ
- 140 戻りフラグ
- 142 戻り管
- 200～229 反応容器
- 232 セパレータ
- 234 ガス通過孔
- 236 フィルタ

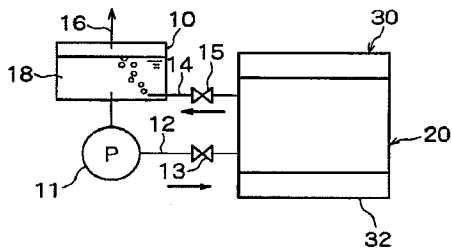
40

50

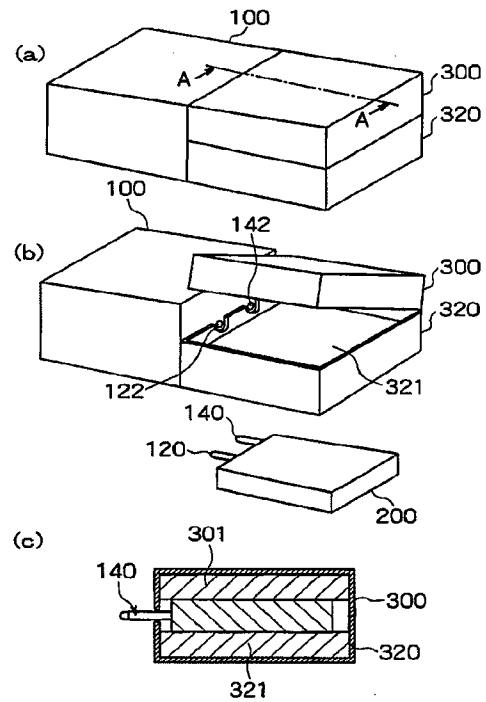
2 3 8 気化部  
 3 0 0 蓋部  
 3 0 1 ~ 3 0 5 加熱手段  
 3 2 0 底部  
 3 2 1 ~ 3 2 5 加熱手段  
 3 4 0 水素発生装置本体  
 3 4 2 開口部  
 3 4 4 バネ  
 3 4 6 可動スイッチ部  
 3 4 8 突起部  
 3 5 2 収納部

10

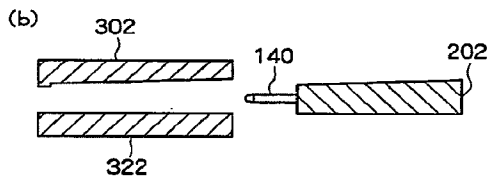
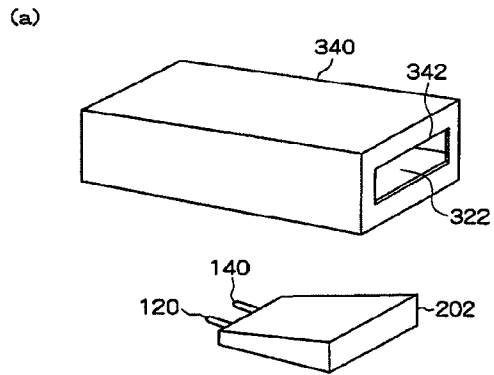
【図 1】



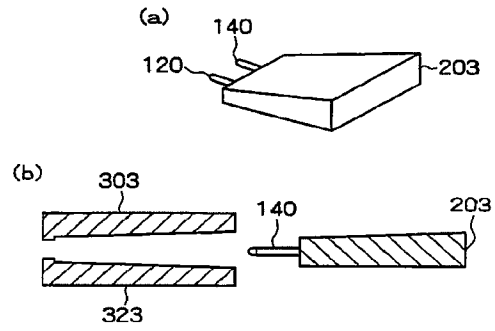
【図 2】



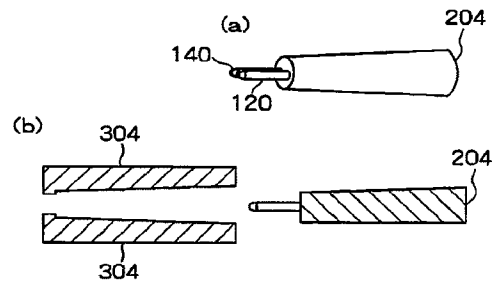
【図 8】



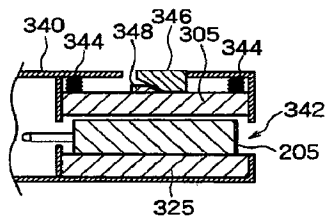
【図 4】



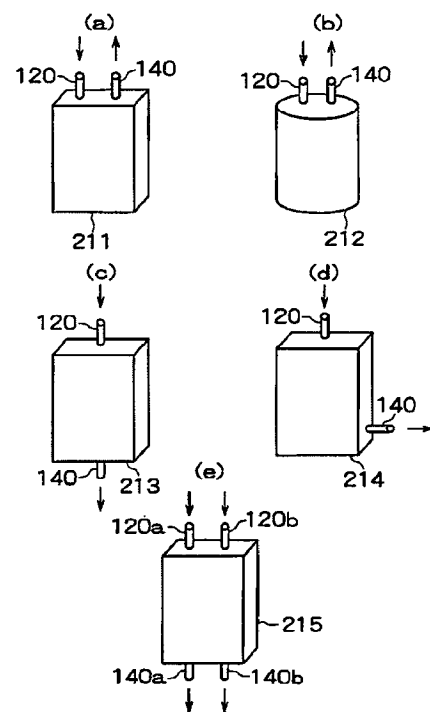
【図 5】



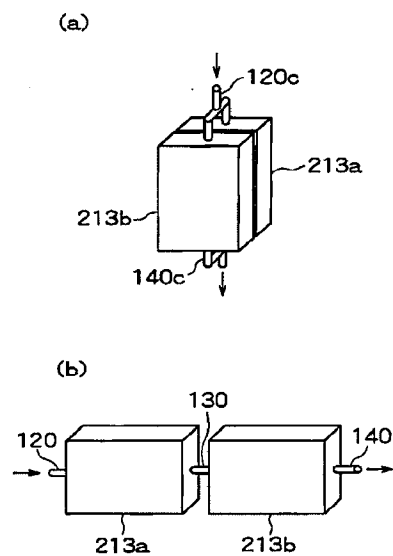
【図 6】



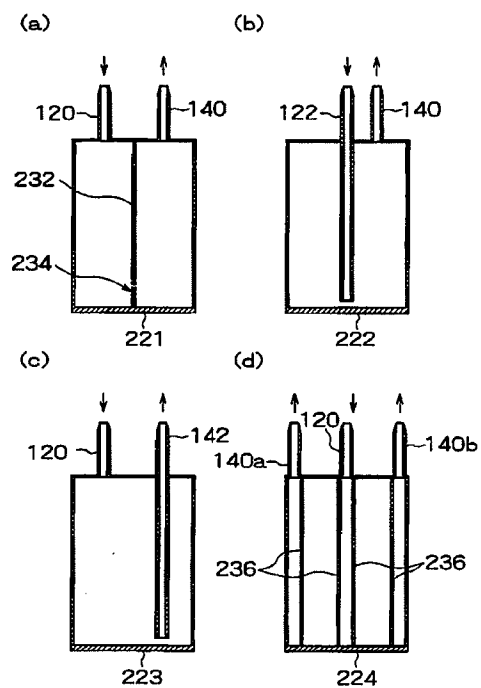
【図 7】



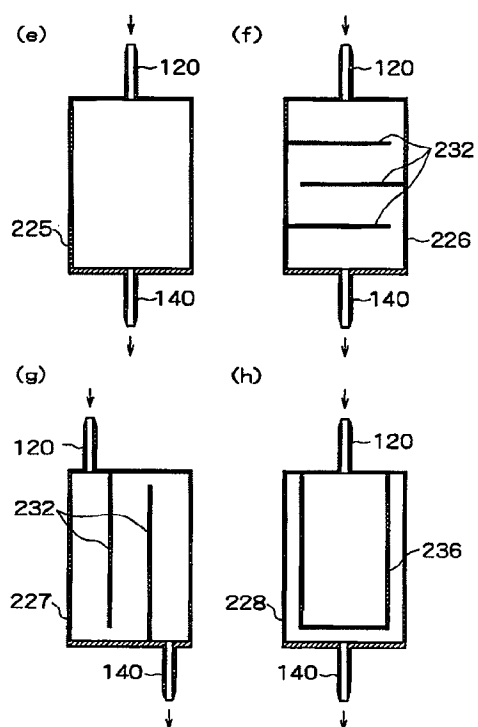
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 11 】

